

(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) **Offenlegungsschrift**  
(11) **DE 3442169 A1**

(51) Int. Cl. 4:  
**F24J 3/00**  
F 25 B 41/00

(21) Aktenzeichen: P 34 42 169.6  
(22) Anmeldetag: 17. 11. 84  
(23) Offenlegungstag: 28. 5. 86

Behördeneigentum

**DE 3442169 A1**

(71) Anmelder:

Süddeutsche Kühlerfabrik Julius Fr. Behr GmbH & Co KG, 7000 Stuttgart, DE

(74) Vertreter:

Wilhelm, H., Dr.-Ing.; Dauster, H., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anw., 7000 Stuttgart

(72) Erfinder:

Stürzenhofecker, Peter, Dipl.-Ing. (FH), 7129  
Talheim, DE

(54) Verfahren zum Regeln eines Kältekreisprozesses für eine Wärmepumpe oder eine Kältemaschine und eine Wärmepumpe oder Kältemaschine hierzu

Bei einem Kältekreisprozeß, insbesondere für eine Wärmepumpe, wird vorgesehen, daß das aus dem Kondensator austretende Kondensat und das aus dem Verdampfer austretende gasförmige Kältemittel einen inneren Wärmetauscher durchströmen, in dem das gasförmige Kältemittel überhitzt und das Kondensat unterkühlt werden. Der Verdampfer und der Kondensator und vor allem der innere Wärmetauscher werden dabei derart ausgelegt, daß die Überhitzung ausschließlich und die Unterkühlung nahezu ausschließlich in dem inneren Wärmetauscher erfolgt. Die Überhitzung wird so groß gehalten, daß die Temperatur des Kältemittels nach dem Verdichten einen vorgegebenen Maximalwert erreicht. Hierzu wird der Öffnungsquerschnitt eines Expansionsventils in Abhängigkeit von der Temperatur des Kältemittels nach dem Verdichten beeinflußt.

**DE 3442169 A1**

Patentanwälte  
DR.-ING. H.H.WILHELM.- DIPL.-ING. H.DAUSTER 3442169  
D-7000 Stuttgart 1 Gymnasiumstr. 31B Tel. (0711) 291133/292857

---

Anmelder: Stuttgart, den 16.11.1984  
Süddeutsche Kühlerfabrik P 7073  
Julius Fr. Behr GmbH & Co. KG Da/Ei  
Mauserstraße 3 83-B-32  
7000 Stuttgart 30

Patentansprüche

---

1. Verfahren zum Regeln eines Kältekreisprozesses für eine Wärmepumpe oder eine Kältemaschine mit in einem Kältemittelkreislauf angeordnetem Verdichter, einem Kondensator, einem Drosselorgan und einem Verdampfer, sowie mit einem inneren Wärmetauscher, der von dem aus dem Kondensator austretenden Kondensat und von dem aus dem Verdampfer austretenden Kältemittel durchströmt wird und in dem das gasförmige Kältemittel überhitzt und das Kondensat unterkühlt werden, wobei die gewünschte Überhitzung des Kältemittels mittels eines Regelementes über das Drosselorgan geregelt wird, dadurch gekennzeichnet, daß der innere Wärmetauscher derart ausgelegt ist, daß die Überhitzung ausschließlich und die Unterkühlung nahezu ausschließlich in dem inneren Wärmetauscher erfolgt, und daß die Überhitzung des Kältemittels in Abhängigkeit von einer nach dem Verdichten auftretenden Temperatur des Kältemittels und/oder nach dem Zustand des Kältemittels am Verdampferaustritt geführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur des Kältemittels nach dem Verdichten als Korrekturwert in die die Überhitzung des gasförmigen Kältemittels vor

einem Verdichter erfassende Regelung des Drosselorgans eingegeben wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur des Kältemittels nach dem Verdichten durch Auslegen der Kennlinie eines die Sauggasüberhitzung des Kältemittels führenden Regelelementes mit berücksichtigt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Drosselorgan abhängig von der nach dem Verdichten in dem Kältemittel gemessenen Temperatur geregelt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Regelung des Drosselorgans über eine Regeleinrichtung abhängig von der nach dem Verdichten gemessenen Temperatur des Kältemittels und abhängig von dem am Verdampferaustritt erfaßten Zustand des Kältemittels erfolgt, wobei eine Vorrangschaltung für die von dem Zustand des Kältemittels am Verdampferaustritt geführte Regelung vorgesehen ist.

6. Kältemaschine oder Wärmepumpe mit einem Verdichter, einem Kondensator, einem Drosselorgan, einem Verdampfer, einem von dem vom Kondensator kommenden Kondensat und dem von dem Verdampfer kommenden Kältemittel durchströmten inneren Wärmetauscher, die in einem Kältemittelskreislauf angeordnet sind, und mit einem die Überhitzungstemperatur des Kältemittels durch Regeln des Drosselorgans festlegenden Regelement, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Kältemittelskreislauf auf den Verdichter (1) folgend ein Temperaturfühler (9) angeordnet ist, der zum Eingeben der Temperatur des verdichteten Kältemittels als Korrekturwert mit einem Regler (8) verbunden ist, der mit einem Korrekturelement (7) an das Regelement (6) angeschlossen ist.

7. Kältemaschine oder Wärmepumpe nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Drosselorgan als ein Expansionsventil

(4) ausgebildet ist, dem als Regelement ein nach dem inneren Wärmetauscher (3) angeordneter Thermostat (6) zugeordnet ist, dem eine Heizeinrichtung (7) zugeordnet ist, die von dem Regler (8) betätigbar ist, an den der nach dem Verdichter (1) angeordnete Temperaturfühler (9) angeschlossen ist.

8. Kältemaschine oder Wärmepumpe mit einem Verdichter, einem Kondensator, einem Drosselorgan, einem Verdampfer, einem von dem vom Kondensator kommenden Kondensat und dem von dem Verdampfer kommenden Kältemittel durchströmten inneren Wärmetauscher, die in einem Kältemittelkreislauf angeordnet sind und mit einem die Überhitzungstemperatur des Kältemittels durch Regeln des Drosselorgans festlegenden Regelement, dadurch gekennzeichnet, daß als Regelement zwischen dem inneren Wärmetauscher (3) und dem Verdichter (1) ein Thermostat (6) mit steiler Kennlinie angeordnet ist, der die Überhitzungstemperatur derart regelt, daß mit steigenden Verdampfungstemperaturen die Überhitzung so steil ansteigt, daß stets die maximale Verdichtungsendtemperatur erreicht wird.

9. Kältemaschine oder Wärmepumpe mit einem Verdichter, einem Kondensator, einem Drosselorgan, einem Verdampfer, einem von dem vom Kondensator kommenden Kondensat und dem von dem Verdampfer kommenden Kältemittel durchströmten inneren Wärmetauscher, die in einem Kältemittelkreislauf angeordnet sind, und mit einem die Überhitzungstemperatur des Kältemittels durch Regeln des Drosselorgans festlegenden Regelement, dadurch gekennzeichnet, daß das Drosselorgan ein Expansionsventil (4) ist, das an einen nach dem Verdichter (1) angeordneten Temperaturfühler (9) angeschlossen ist.

10. Kältemaschine oder Wärmepumpe mit einem Verdichter, einem Kondensator, einem Drosselorgan, einem Verdampfer, einem von dem vom Kondensator kommenden Kondensat und dem vom Verdampfer kommenden Kältemittel durchströmten inneren Wärmetauscher, die in einem Kältemittelkreislauf angeordnet sind, und mit einer

die Überhitzungstemperatur des Kältemittels über das Drosselorgan festlegenden Regeleinrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß ein Regler (12) vorgesehen ist, an dem ein die Temperatur des Kältemittels nach dem Verdichten erfassender Temperaturgeber (9) sowie ein Temperaturgeber (10) und ein Druckgeber (11), die am Verdampferaustritt angeordnet sind, angeschlossen sind, und daß der Regler (12) eine Vorrangschaltung für die aus den Signalen der Geber (10, 11) im Regler (12) gebildete Überhitzung des Kältemittels am Verdampferaustritt enthält.

Verfahren zum Regeln eines Kältekreisprozesses für eine Wärmepumpe oder eine Kältemaschine und eine Wärmepumpe oder Kältemaschine hierzu.

=====

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Regeln eines Kältekreisprozesses für eine Wärmepumpe oder eine Kältemaschine mit in einem Kältemittelskreislauf angeordnetem Verdichter, einem Kondensator, einem Drosselorgan und einem Verdampfer, sowie mit einem inneren Wärmetauscher, der von dem aus dem Kondensator austretenden Kondensat und von dem aus dem Verdampfer austretenden Kältemittel durchströmt wird und in dem das Kältemittel überhitzt und das Kondensat unterkühlt werden, wobei die gewünschte Überhitzung des Kältemittels mittels eines Regelementes über das Drosselorgan geregelt wird, und eine Wärmepumpe oder eine Kältemaschine.

In der Kältetechnik ist es bekannt, einen von dem aus dem Verdampfer austretenden gasförmigen Kältemittel und von dem aus dem Kondensator austretenden Kältemittelkondensat durchströmten inneren Wärmetauscher vorzusehen, um die Betriebsverhältnisse zu verbessern. Da bei diesen Anlagen teilweise die Überhitzung sowie die Unterkühlung des Kältemittels in dem inneren Wärmetauscher erfolgt, wird die Nutzung der für eine Wärmeübertragung zur Verfügung stehenden Flächen des Kondensators und des Verdampfers verbessert. Außerdem wird der gesamte Kältekreisprozeß verändert, wobei durch diesen inneren Wärmetausch unabhängig von den tatsächlichen Verhältnissen an dem Verdampfer und dem Kondensator die Heizleistung, die Kälteleistung und die Leistungsziffer gesteigert werden. Diese Steigerung ist um so größer, je größer die Überhitzung und die Unterkühlung werden. Dieser Effekt bleibt trotz des mit größer werdender Überhitzung

des gasförmigen Kältemittels rückläufigen Fördermassenstroms des Verdichters erhalten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Regeln eines Kältekreisprozesses der eingangs genannten Art zu schaffen, bei welchem die Vorteile des inneren Wärmetausches so weit wie möglich ausgenutzt werden, ohne daß die Gefahr von Schäden an der Wärmepumpe oder der Kältemaschine auftreten.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß der innere Wärmetauscher derart ausgelegt ist, daß die Überhitzung ausschließlich und die Unterkühlung nahezu ausschließlich in dem inneren Wärmetauscher erfolgt, und daß die Überhitzung des Kältemittels in Abhängigkeit von einer nach dem Verdichten auftretenden Temperatur des Kältemittels und/oder nach dem Zustand des Kältemittels am Verdampferaustritt geführt wird.

Durch diese Ausbildung wird erreicht, daß immer eine möglichst große Überhitzung erhalten wird, wobei gleichzeitig die Kondensatorflächen und die Verdampferflächen optimal genutzt werden können. Die Regelung erfolgt in der Weise, daß eine maximal zulässige Temperatur nach dem Verdichten nicht überschritten wird, die entsprechend der Zersetzungstemperatur des Kältemittels und/oder der zulässigen Beanspruchungen der Anlage gewählt wird. Außerdem wird berücksichtigt, daß die Überhitzung abhängig von einem möglichen Betriebszustand der Anlage begrenzt ist, bei welchem der übertragbare Wärmeinhalt des Kondensates nicht ausreicht, um nach dem Verdichten des Sauggases die oben genannte, maximal zulässige Temperatur zu erreichen. Die Berücksichtigung des Zustandes des Kältemittels am Verdampferaustritt, kann direkt durch Verarbeitung im Regler oder indirekt durch die Auslegung des inneren Wärmetauschers und die Einstellung der maximal zulässigen Temperatur nach dem Verdichten berücksichtigt werden. Die Regelung verändert den Öffnungsquerschnitt des Drosselorgans. Mit größer werdendem Öffnungsquerschnitt strömt mehr flüssiges Kältemittel in den

Verdampfer ein, wodurch die Überhitzung reduziert wird. Mit kleiner werdendem Querschnitt wird durch eine Verringerung des Kältemittelstromes entsprechend eine höhere Überhitzung erreicht.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen und den Unteransprüchen.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Wärmepumpe oder einer Kältemaschine, bei welcher die Überhitzung des gasförmigen Kältemittels durch einen zusätzlichen Regler beeinflußt wird, welcher als Führungsgröße die Temperatur des Kältemittels nach dem Verdichten verarbeitet,

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer vereinfachten Ausführungsform mit einem thermostatischen Expansionsventil, bei welchem der Thermostat eine besondere Auslegung zum Berücksichtigen der Verdichtungsendtemperatur erfährt,

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform, bei welcher die Verdichtungsendtemperatur direkt erfaßt und als Stellgröße in ein Expansionsventil eingegeben wird und

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform, bei welcher der Zustand des Kältemittels am Verdampferaustritt erfaßt und zusätzlich zur Verdichtungsendtemperatur als weitere Führungsgröße in die Regelung eingegeben wird.

Die als Wärmepumpe oder Kältemaschine einzusetzende Anlage der Fig. 1 enthält in einem Kältemittelkreislauf einen Verdichter 1, einen Kondensator 2, einen inneren Wärmetauscher 3, ein Ex-

pansionsventil 4, einen Verdampfer 5 und einen Thermostaten 6, der mit dem Expansionsventil 4 verbunden ist. Zusätzlich ist nach dem Verdichter ein Temperaturfühler 9 vorgesehen, der als Temperaturgeber an einen Regler 8 angeschlossen ist. Der Regler 8 steuert eine elektrische Heizeinrichtung 7, die dem Thermostaten 6 zugeordnet ist.

Der innere Wärmetauscher 3, der von dem aus dem Kondensator 2 austretenden Kältemittelkondensat und von dem aus dem Verdampfer 5 austretenden gasförmigen Kältemittel durchströmt wird, ist so dimensioniert, daß in jedem Betriebspunkt der Anlage eine Überhitzung des gasförmigen Kältemittels möglichst ausschließlich in diesem Wärmetauscher 3 erfolgt. Das Expansionsventil 4 mit dem zugehörigen Thermostaten 6 ist derart eingestellt, daß der innere Wärmetauscher 3 in jedem Betriebspunkt der Anlage die geforderte Überhitzung des Kältemittels erzeugen kann, d.h. daß je nach dem Betriebszustand aus dem Verdampfer 5 also stets gerade verdampftes Kältemittel oder Naßdampf austritt. Die Überhitzung des gasförmigen Kältemittels wird derart geregelt, daß bei zu hoher Überhitzungstemperatur das Expansionsventil weiter geöffnet und bei zu niedriger Überhitzungstemperatur das Expansionsventil 4 weiter geschlossen wird.

Die nach dem Verdichten in dem Kältemittel vorhandene Temperatur wird erfaßt und als ein Korrekturwert in die Regelung des Expansionsventils 4 als Führungsgröße eingegeben. An dem Regler 8 wird ein Sollwert für die zulässige Verdichtungsendtemperatur oder eine ihr auf der Druckseite entsprechende Temperatur eingestellt. Wird diese Temperatur an dem als Geber dienenden Temperaturfühler 9 überschritten, so schaltet der Regler 8 die Heizeinrichtung 7 ein. Der Thermostat 6 des Expansionsventils 4 wird dadurch auf eine über der tatsächlichen Überhitzungstemperatur liegende Temperatur erwärmt, so daß das Expansionsventil 4 weiter geöffnet wird, wodurch die Überhitzung des gasförmigen Kältemittels durch verstärktes Zuströmen von flüssigem Kältemittel zu dem Verdampfer 5 verringert wird.

Die Anlage entsprechend Fig. 2 entspricht bezüglich des Kältemittelkreislaufs der Ausführungsform nach Fig. 1, d.h. in einem Kältemittelkreislauf sind ein Verdichter 1, ein Kondensator 2, ein innerer Wärmetauscher 3, ein Expansionsventil 4, ein Verdampfer 5 und ein Thermostat 6 des Expansionsventils 4 angeordnet. Der innere Wärmetauscher 3 ist auch bei dieser Ausführungsform derart dimensioniert, daß in allen Betriebszuständen in dem Verdampfer 5 keine Überhitzung des Kältemittels stattfindet. Der Thermostat 6 hat mittels einer geeigneten Steuerfüllung eine Kennlinie erhalten, die mit der Verdampfungstemperatur steil ansteigt. Auf diese Weise wird indirekt auch die Verdichtungsendtemperatur überwacht, da die statische Überhitzung eine Funktion der Verdampfungstemperatur und diese wiederum Parameter für die Verdichtungsendtemperatur ist. Diese Ausführungsform hat den Vorteil gegenüber der Ausführungsform nach Fig. 1, daß ein zusätzlicher Regler entfällt, jedoch muß der Nachteil in Kauf genommen werden, daß nur die Verdampfungstemperatur als Bestimmungsgröße für die Sauggasüberhitzung und damit für die Verdichtungsendtemperatur berücksichtigt wird.

Die als Kältemaschine oder Wärmepumpe einsetzbare Anlage entsprechend Fig. 3 ist bezüglich des Kältemittelkreislaufes entsprechend Fig. 1 und 2 ausgebildet, d.h. in dem Kältemittelkreislauf sind ein Verdichter 1, ein Kondensator 2, ein innerer Wärmetauscher 3, ein Expansionsventil 4 und ein Verdampfer 5 angeordnet. Nach dem Verdichter 1, d.h. auf der Druckseite des Kreislaufs, ist ein Temperaturfühler 9 angeordnet, der mit dem Expansionsventil 4 verbunden ist. Abweichungen von einer Solltemperatur an dem Temperaturfühler 9 bewirken eine Stellgrößenänderung in dem Expansionsventil 4 derart, daß bei Überschreitung der Solltemperatur das Expansionsventil 4 weiter öffnet und bei Unterschreiten der Solltemperatur weiter schließt. Damit wird direkt die Verdichtungsendtemperatur oder eine ihr entsprechende Temperatur auf der Druckseite als Regelgröße für das Expansionsventil 4 eingesetzt. Das Expansionsventil 4 nach der Ausführungsform nach Fig. 3 kann gegenüber den üblicherwei-

se verwendeten thermostatischen Expansionsventilen einfacher aufgebaut sein, da ein Druckvergleich im Ventil und damit auch eine Druckausgleichsleitung entfallen.

Um ein problemloses Startverhalten der Anlagen nach Fig. 1 bis 3 zu gewährleisten, ist im Bereich des Expansionsventils 4 ein Bypass vorgesehen. Dieser Bypass kann aus einer Bypassbohrung des Expansionsventils 4 oder einer das Expansionsventil 4 umgehenden Bypassleitung bestehen. Es ist auch möglich, während der Startphase den Temperaturfühler 6 des Expansionsventils mittels der Heizeinrichtung 7 zu beheizen.

Auch bei der Anlage nach Fig. 4 ist der gleiche Kältemittelkreislauf wie bei den vorausgegangenen Ausführungsformen vorgesehen, d.h. es sind in einem Kältemittelkreislauf ein Verdichter 1, ein Kondensator 2, ein innerer Wärmetauscher 3, ein Expansionsventil 4 und ein Verdampfer 5 angeordnet. Bei dieser Ausführungsform ist ein Regler 12 vorgesehen, beispielsweise ein Mikroprozessor, der das Expansionsventil 4 steuert. An den Regler 12 ist ein als Temperaturfühler 9 ausgebildeter Temperaturgeber angeschlossen, der dem Verdichter 1 nachgeschaltet ist. Ferner sind an den Regler 12 ein Temperaturgeber 10 und ein Druckgeber 11 angeschlossen, die an dem Austritt des Verdampfers 5 angeordnet sind.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 4 erfolgt somit die Regelung nach zwei Führungsgrößen, nämlich einmal nach der über den Temperaturfühler 9 festgestellten Verdichtungsendtemperatur und andererseits direkt von dem über den Temperaturgeber 10 und den Druckgeber 11 festgestellten Zustand des Kältemittels am Verdampferaustritt. Der Regler 12 enthält eine Vorrangschaltung für die Regelung aufgrund des Temperaturgebers 10 und des Druckgebers 11. Dies bedeutet, daß der Temperaturfühler 9, der die Verdichtungsendtemperatur erfaßt, so lange als Führungsgröße gilt, so lange in dem Verdampfer 5 selbst keine Überhitzung erfolgt. Wenn jedoch mittels des Temperaturgebers 10

und des Druckgebers 11 an dem Austritt des Verdampfers festgestellt wird, daß hier bereits überhitzter Kältemitteldampf vorhanden ist, wobei beispielsweise eine Toleranzgrenze von 3 K festgelegt werden kann, so öffnet der Regler 12 das Expansionsventil 4 ohne Rücksicht auf das Signal des Temperaturfühlers 9. Das Expansionsventil 4 wird dabei so weit geöffnet, bis wieder festgestellt wird, daß an dem Verdichteraustritt kein überhitzter Kältemitteldampf vorhanden ist. Danach ist wieder die von dem Temperaturfühler 9 gemessene Verdichtungsendtemperatur Führungsgröße für die Regelung.

Die Ausführungsform nach Fig. 4 hat den Vorteil, daß keine besonderen Anforderungen an die Auslegung des inneren Wärmetauschers 3 gestellt werden müssen. Durch die direkte Erfassung des Zustands des Kältemittels am Verdampferaustritt wird sichergestellt, daß die Überhitzungsstrecke nicht bis in den Verdampfer 5 hineingezogen wird.

Bei den Ausführungsformen nach Fig. 1, 3 und 4 wird jeweils durch einen Temperaturfühler 9 die Verdichtungsendtemperatur des Kältemittels gemessen. Aus Darstellungsgründen ist der Temperaturfühler 9 in relativ großem Abstand jeweils zu dem Verdichter 1 eingezzeichnet worden. Bei einer praktischen Konstruktion ist es jedoch vorteilhaft, wenn der Temperaturfühler möglichst direkt an der Stelle angeordnet ist, an welcher die Verdichtungsendtemperatur ungestört auftritt, beispielsweise an dem druckseitigen Ventil des Verdichters 1. Dies hat den Vorteil, daß dadurch die Totzeit der Regelstrecke so klein wie möglich gehalten wird.

- 12 -  
- Leerseite -

BEST AVAILABLE COPY

- 13 -

Nummer:  
Int. Cl. 4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

34 42 169  
F 24 J 3/00  
17. November 1984  
28. Mai 1986

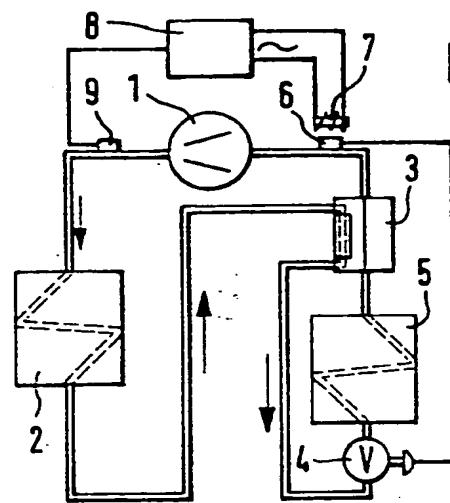


Fig. 1

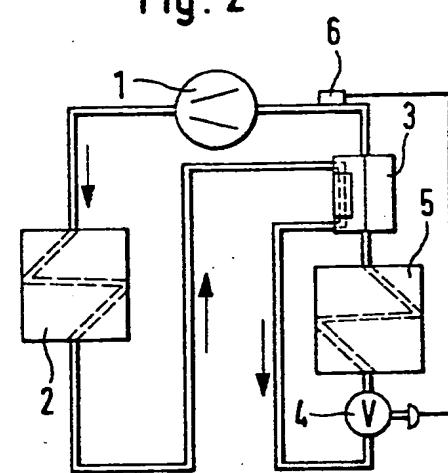


Fig. 2

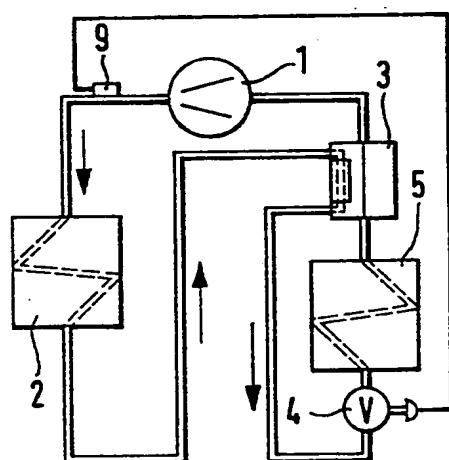


Fig. 3

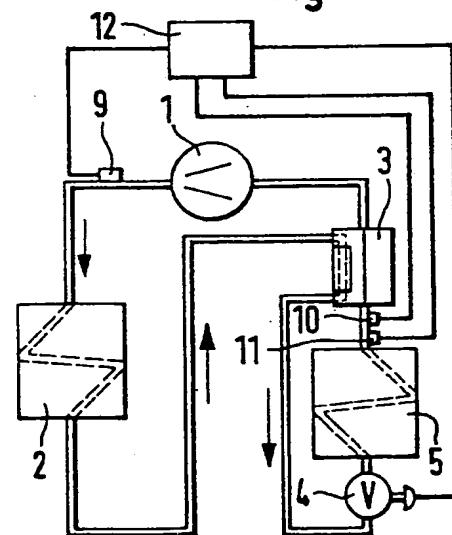


Fig. 4

Akte:	P 7073	Bl. 1	Anz. 1	Patentanv
Anm. Südd. Kühlerfabrik	Dr.-Ing. H. H. Dipl.-Ing. H. 7000 Stutt			

BEST AVAILABLE COPY